

## SITZUNG VOM 5. OCTOBER 1854.

Das hohe k. k. Ministerium des Äussern übermittelte der Akademie mit Note vom 15. August d. J., Z.  $\frac{11006}{B. I.}$ , die 9. Lieferung des von Sr. Majestät dem König von Preussen der Akademie zum Geschenke gemachten Werkes des Prof. Lepsius über Ägypten.

## Vorträge.

*Graphische Methode annähernder Winkelmessungen, besonders an kleineren Krystallen.*

Von dem w. M. W. Haidinger.

(Gelesen durch Herrn Franz Ritter von Hauer.)

Welcher Abstand in der Genauigkeit der Messungen von Krystallwinkeln, von den Ergebnissen der Messungen eines Kupffer, mit Repetitionskreisen und Fernröhren, oder denen, welche von so vielen Forschern in neuerer Zeit durch die Anwendung der Mitscherlich'schen Vorrichtungen am Reflexionsgoniometer erreicht wurden, bis zu den bescheidenen Ansprüchen, die man durch die Anwendung des Handgoniometers erhält!

Jene Ergebnisse sind uns in dieser Beziehung freilich das Höchste. Aber sie sind nur unter ganz vortheilhaften Verhältnissen zu erreichen. Kostspielige Apparate und günstige Umgebungen, in welchen man sie anwenden kann, sind es nicht allein, nebst den gegebenen vollkommen ausgebildeten Krystallen, sondern auch die Ausbildung derjenigen Personen, welche in die Lage kommen, Untersuchungen dieser Art anzustellen, muss bereits entsprechend vorge-schritten sein. Sind daher einmal Winkelangaben für eine Krystall-species vorhanden, so werden sie gerne angenommen, in allen Lehrbüchern citirt, selten sind die Verhältnisse so günstig, dass man an

eine Revision denkt, und für Identificirung vorkommender Krystalle begnügt man sich mit dem im Gebrauche so bequemen Handgoniometer, der indessen doch selbst den besten durch denselben erhaltenen Messungen so wenig Sicherheit zu geben vermag.

Zu verschiedenen Zeiten habe auch ich Messungen versucht; manche derselben unter ziemlich günstigen Verhältnissen zum Theil schon in Gratz, vorzüglich aber später in Freiberg, wo ich bei meinem unvergesslichen Lehrer Mohs wohnte, und in einem ruhigen Saale ein Reflexionsgoniometer durch längere Zeit in ungestörter Aufstellung benützen konnte. Aber in der Praxis wünscht man oft die doch ziemlich annähernde Kenntniss eines Winkels, oder einer Anzahl derselben, wo Messungen dieser Art gar nicht durchgeführt werden können, besonders bei so manchen wohlgebildeten Krystallen, die gerade, ich möchte sagen „louperecht“ sind, zu klein für das freie Auge, um sie mit Erfolg zu studiren, aber an welchen man, wenn sie gegen das Licht gehalten werden, mit grosser Schärfe vermittelst der Loupe die Neigung zweier Flächen gegen einander im Durchschnitt ausnimmt. Man könnte sie gut mit der Winkelöffnung eines Handgoniometers vergleichen, aber bei der gewöhnlichen vorübergehenden Art der Anwendung der Loupe und des Goniometers hält man jedes derselben in der rechten, den Krystall, allenfalls auf Wachs geklebt, in der linken Hand. Hätte man den Krystall ganz fest geklebt, hielte den Goniometer in der Rechten, die Loupe in der Linken, so tritt wieder ein misslicher Umstand darin hervor, dass die beiden Lineale über einander liegen, und nur gerade die zwei äussersten Kanten den Winkel in einer Ebene einschliessen.

Mancherlei Methoden sind von verschiedenen Forschern ausgedacht und vorgeschlagen worden, um die Winkel kleiner Krystalle zu messen, namentlich auch solcher, die selbst für die Loupe zu klein, die Anwendung zusammengesetzter Mikroskope erheischen. So vom Freiherrn von Nordenskjöld und Herrn Prof. Karl Schmidt <sup>1)</sup> in Dorpat, wobei das Princip die Drehung eines Fadens um die Sehe-Axe war, oder vom Herrn Prof. Frankenheim <sup>2)</sup>, der die Projection des mit dem Einen Auge gesehenen Krystalls auf ein Blatt Papier.

<sup>1)</sup> Entwurf einer allgemeinen Untersuchungsmethode der Säfte und Excrete des thierischen Organismus. Zittau und Leipzig 1846.

<sup>2)</sup> Poggendorffs Annalen, Band 5.

ausserhalb des Mikroskops, in der Entfernung des deutlichsten Sehens vom andern Auge vorschlug, um sodann den Linien am Krystalle parallele Linien auf dem Papier zu ziehen. Herr Dr. Kennigott zeichnete vor kurzem unmittelbar den Durchschnitt eines geschliffenen Diopsidkrystalls auf Papier und verlängerte die Projection der Kanten <sup>1)</sup>.

Die Methode, welche ich im Folgenden kürzlich darstellen will, dürfte in vielen Fällen sehr anwendbar befunden werden:

Fig. 1.

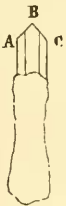


Fig. 2.



1. Man befestigt den zu messenden Krystall, der hier, um einen bestimmten Fall zu haben, als Baryt von Příbram gezeichnet ist, auf einem knieförmig zu biegenden Stückchen Wachs. Der zu messende Winkel  $ABC$  (Fig. 1) ist die Endkante des Krystalls  $BB'$  (Fig. 2).

2. Man klebt das Wachs mit der Seite  $D$  (Fig. 2) auf eine etwa zwei Zoll lange und breite Spiegelglasplatte (Fig. 3 und 4). Die

Fig. 3.

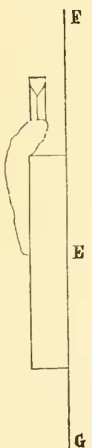
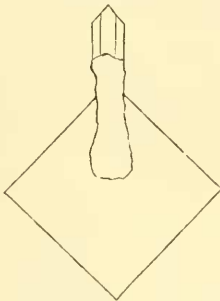


Fig. 4.



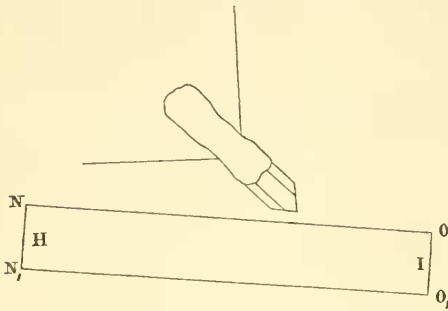
Fläche  $E$  (Fig. 3) der Glastafel ist dazu bestimmt, um auf ein Blatt weisses Papier  $FG$  aufgeklebt zu werden. Wachs klebt nicht immer sogleich, oder fest genug am Glase oder Papier; man wendet mit Vortheil eine ganz kleine Menge Canadabalsam an, den man erst, etwa stecknadelkopfgross, zwischen das Wachs und den Gegenstand bringt. Es ist sehr leicht der

Kante  $BB'$  eine solche Lage zu geben, dass sie auf der Fläche  $E$  senkrecht steht, man kann sich dazu nach Umständen sogar der Spiegelung von den zu messenden Flächen bedienen, während man die Fläche auf einer horizontalen oder an einer verticalen Ebene gegenüber dem zu spiegelnden Gegenstande herumdreht. Übrigens beträgt erst bei einer Neigung von  $1^\circ 24'$  der Fehler für einen rechten zu messenden Winkel eine Minute. Der Krystall soll das darunter liegende Papier nicht berühren, weil man oft gerne, besonders bei

<sup>1)</sup> Sitzungsberichte d. kais. Akademie d. Wissenschaften, 1854, Bd. 12, S. 701.

weissen Krystallen ein Blättchen schwarzes Papier unter denselben schiebt, oder bei dunkeln Krystallen gerade diese Stelle stärker beleuchtet, um die Deutlichkeit der Erscheinung zu vermehren.

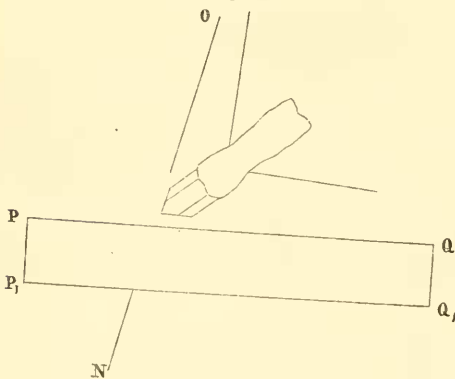
Fig. 5.



3. Man legt nun (Fig. 5) ein Lineal auf den Tisch, so dass es möglichst einer der zwei den zu messenden Winkel bildenden Flächen parallel ist. Die Lage gibt man unter der Loupe. Man hält die Loupe in der rechten Hand, welche ganz leicht auf dem Lineal ruht, das von der linken in Übereinstimmung mit der rechten bis zum möglichst vollständigen Parallelismus mit der Krystallfläche gebracht wird, deren Projection auf dem Papier man entwerfen soll. Beide Ellbogen ruhen fest auf demTische. Wichtig ist bei der Vergleichung, dass das Lineal in Bezug auf die Entfernung vom Papier gerade der Fläche gegenüber liegt.

4. Die linke Hand hält das Lineal auf dem Papier fest, die rechte legt die Loupe weg, nimmt einen Bleistift, und zieht dem Lineal genau entlang die Linie, die, etwa wo der Krystall hindert, auch unterbrochen sein kann.

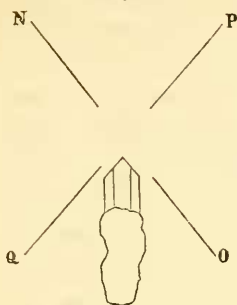
Fig. 6.



5. Der gleiche Vorgang unter der Loupe wird in Fig. 6 auf die zweite Fläche angewendet. Bereits ist nun die Linie *NO* auf dem Papiere gewonnen. Parallel der zweiten Krystallfläche wird dem Lineale folgend eine neue Linie gezogen.

6. Hat man sowohl das Lineal als auch die Glasplatte mit dem Krystall von dem Papier weggenommen, so bleiben (Fig. 7) die zwei langen

Fig. 7.



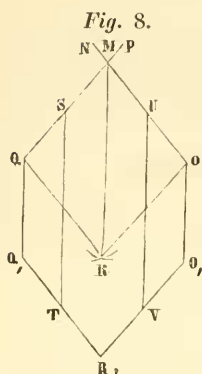
Linien  $NO$  und  $PQ$  auf demselben übrig, die man entweder selbst, oder andere denselben genau parallel liegende Linien zum Durchschnitte bringen kann. Am besten zieht man sogleich die den zur Orientirung dienenden  $NO$  und  $PQ$  parallelen Linien  $N'O'$  und  $P'Q'$ . Die Neigung der Linien gegen einander wird vermittelst eines Transporteurs gemessen. Ist dieser genau und fein getheilt, nicht gar zu klein, und bedient man

sich zur Vergleichung ebenfalls der Loupe, so werden die Ergebnisse der Messung in der That recht befriedigend.

Man kann noch sehr kleine Krystalle mit gutem Erfolge messen, aber die Methode ist auch auf grössere recht gut anwendbar, nur bedient man sich dann der Entfernung der Flächen vom Papiere entsprechender dickerer Lineale. Jedenfalls erhält man, und das ist ein wahrer Vortheil, einen möglichst genau beobachteten, auf Papier genau aufgezeichneten Winkel, welchen man für spätere Vergleiche aufbewahren kann, anstatt der vorübergehenden Lesung auf dem Theilkreise des Handgoniometers.

Man sieht leicht, dass Messungen auf diese Art mit Sorgfalt angestellt, verlässlicher sind, als die in der gewöhnlichen Weise durch den Handgoniometer erhaltenen, wenn sie auch die Genauigkeit der besseren Messungen durch Spiegelung nicht erreichen. Doch empfiehlt sie die Leichtigkeit der Anwendung und der so wenig kostspielige Apparat vorzüglich denjenigen, welche am Beginne ihrer wissenschaftlichen Laufbahn gerne die Eigenschaften der Krystalle selbst zu untersuchen beginnen, sei es für eigentlich mineralogische Studien, sei es in den chemischen Laboratorien, wo noch so viele Krystalle täglich vorkommen, von welchen eine solche annähernde Winkelangabe sehr dankenswerth genannt werden müsste, bis sie späterhin den verfeinerten Methoden zum Gegenstande dienen würden.

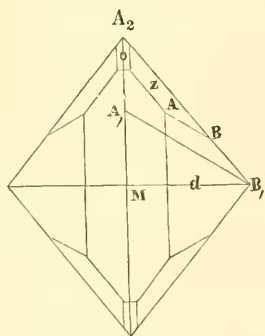
Noch eine Bemerkung wird hier an ihrem Platze sein. Man hat oben an der Hand des natürlichen Krystalles die in der gemessenen Kante sich schneidenden Projectionslinien  $NO$  und  $PQ$  gewonnen. Man steche mit dem Zirkel aus dem Mittelpunkte  $M$  die gleichen Längen  $MQ$  und  $MO$  ab, und beschreibe ebenfalls mit der gleichen Öffnung desselben aus  $O$  und  $Q$  Kreise, die sich also in  $R$  schneiden.



$MQRO$  ist der vollständige rhombische Querschnitt des Prismas.  $MR$  ist dessen Makrodiagonale; parallel derselben liegen in der Projection  $OO_1$  und  $QQ_1$  die Kanten des Prismas der in der Natur vorliegenden Combination. Man ziehe  $Q_1R_1$  parallel  $QR$ , und  $O_1R_1$  parallel  $OR$ , nehme dann gleiche Entfernungen  $MS$  und  $MU$ ,  $R_1T$  und  $R_1V$ , und ziehe die Linie  $ST$  und  $UV$ , so ist die erhaltene Figur eine vollständige, nach dem in der Natur beobachteten Winkel ausgeführte Projection des gegebenen Barytkrystals.

Man ist begreiflich bei der Vergleichung der Linien mit dem Lineal nicht auf die Erscheinung der senkrecht gegen die Fläche  $E$  (Fig. 3) stehenden Prismenflächen beschränkt. Jede in der Combination, sei sie noch so complicirt, vorkommende Kante lässt sich mit dem Lineal vergleichen, und ihre Projection auf das Papierblatt eintragen. Die Vergleichung der Lage mit den übrigen Linien liefert oft sehr werthvolle Controlwinkel, aber auch die wichtigsten Daten für

Fig. 9.



die Entwicklung der Gestalten selbst und ihrer Axenverhältnisse. Man hätte zum Beispiele statt des Krystals von Pöribram einen Baryt von Kremnitz (Fig. 9) gewählt, so würde die der Combinations - Kante  $AB$  parallel gezogene  $A_1B_1$  das Verhältniss von  $MA_1:MA_2 = 1:2$  gezeigt haben, woraus für  $z = 0$ , nämlich  $z$  als Grundorthotyp genommen,  $d$  unmittelbar als  $\infty O_2$  folgt. Die hier entwickelte Methode der Messung ist also in der That zu gleicher Zeit eine

praktische Anleitung zum Zeichnen der Projectionen, und zum Studium der Verhältnisse der Krystallformen. So einfach auch der ganze Vorgang an sich selbst ist, so dürfte er doch recht sehr einer verbreiteten Anwendung werth erscheinen, um das Studium der regelmässigen in der Natur vorkommenden Gestalten zu fördern.

Folgendes ist das übersichtliche Verzeichniss der wenigen Erfordernisse dieser graphischen Methode: Papier, Bleistift, Spiegelglastafel, Wachs, Canadabalsam, Lineale, Transporteur, Loupe.